Burgat, Viviane

Un micropolluant: le cadmium

Le cadmium est un élément minéral naturellement présent dans le sol, l'eau, l'air et chez les organismes vivants. Métal relativement rare, il existe presque toujours associé au zinc, plomb, cuivre et aux phosphates.

Depuis 1930, l'usage industriel de sels de cadmium s'est intensifié: galvanoplastie, agents stabilisants et pigments des matières plastiques, des peintures, accumulateurs et certains alliages. Cette dispersion dans l'environnement augmente les teneurs dans l'air, l'eau et les aliments. Ce fait est pris en considération car les effets à long terme d'une telle pollution présentent des risques pour la faune sauvage et l'homme. Ces risques sont difficilement prévisibles, mais compte tenu des propriétés biologiques du cadmium, de nombreuses instances internationales et nationales œuvrent pour limiter l'apport de cadmium, compte tenu de:

— son caractère cumulatif: élément particulièrement stable, le cadmium déposé sur le sol y persiste plusieurs années. On le retrouve dans les végétaux, dont la teneur en cadmium est proportionnelle à celle du sol sur lequel ils se développent (ceci varie en fonction de l'espèce végétale). Les animaux puis l'homme seront à leur tour contaminés par leurs aliments, l'eau, l'air. A chaque étape de cette chaîne, le cadmium persiste longtemps d'où l'augmentation progressive de sa concentration et les craintes justifiées concernant les organismes vivants;

— ses propriétés toxiques: dans des cas extrêmes de contamination industrielle, on sait que le cadmium peut provoquer des troubles spécifiques. Au Japon, on a pu observer la maladie d'Itai-Itai, caractérisée par une arthrose vertébrale survenant essentiellement chez les femmes; cette maladie, très localisée, a atteint une population se nourrissant de riz cultivé dans une zone polluée par une usine de raffinage de zinc.

Ce cas ne représente pas le risque encouru par nos populations mais démontre que le cadmium est un micropolluant dont il faut tenir compte. Et ce d'autant plus qu'à des doses plus faibles ses effets sont méconnus: expérimentalement le cadmium est un facteur prédisposant de l'hypertension artérielle chez l'homme; il peut aussi perturber la reproduction, les poissons et les oiseaux y sont les plus sensibles; par ailleurs le cadmium est cancérogène: chez l'animal et chez l'homme (la fréquence des tumeurs pulmonaires est anormalement élevée chez les ouvriers professionnellement exposés).

Les teneurs actuelles en cadmium dans notre environnement ne sont pas comparables à celles qui sont impliquées dans les phénomènes précédents. Il est cependant nécessaire qu'elles n'augmentent pas dans les années à venir et un contrôle s'impose.

Parmi les mesures prises, une des premières consiste à limiter les apports en cadmium:

— dans l'eau: surveillance des industries polluantes;

— sur les sols: les engrais phosphatés renferment du cadmium (de 10 à 120 g par tonne), les boues d'épurations utilisées comme fertilisants aussi. Une commission spéciale du Ministère de l'Agriculture, chargée de l'homologation de ces produits, examine ces problèmes, et a notamment limité l'usage des boues fertilisantes.

Diverses propositions ont également été faites dans un cadre plus large, tel celui de la C.E.E.: elles visent toutes à limiter des risques qui sont le plus souvent potentiels mais que nous allons examiner d'un peu plus près en ce qui concerne la faune aquatique, tellurique et terrestre.

MILIEU AQUATIQUE

Les teneurs en cadmium des eaux douces varient normalement de 0,01 à 3 ppb (microgramme par litre). De très nombreux résultats démontrent que ce biotope est très sensible au cadmium, qui peut:

— altérer la croissance: pour les algues, les arthropodes, les annélides ceci s'observe à des teneurs comprises entre 0,5 et 5 ppb de cadmium;

— diminuer la fécondité: la Truite arc-en-ciel, une des espèces les plus sensibles, réagit à des teneurs de 1 à 3 ppb (exposition 30 jours);

— avoir un effet létal (mortel): les insectes aquatiques, crustacés, gastéropodes sont atteints les premiers (0,5 à 10 ppb). La sensibilité des poissons est très variable (CL 50, 10 jours: 10 ppb pour la Truite arc-en-ciel, 500 ppb pour la Perche).



Photo. — J. Poncet

De nombreux facteurs de variations sont à considérer, la dureté de l'eau par exemple, la toxicité du cadmium est nettement plus accrue en eau douce. La durée d'exposition joue aussi : elle conditionne en partie la quantité de cadmium qui sera accumulée ; après 50 jours d'exposition, par exemple, les gambusies concentrent jusqu'à 7 000 fois le cadmium présent dans l'eau.

Outre ces effets directs sur les espèces aquatiques, cette accumulation peut également se répercuter sur les vertébrés dulçaquicoles se nourrissant :

— de végétaux aquatiques (Canard souchet) ;

— de larves d'insectes (Grèbe, Poule d'eau) ;

— d'animalicules des vases (Bécassine des marais) ou ;

— de poissons (Grèbe huppé, Chouette effraie, Putois, Loutre).

Une seule enquête, à notre connaissance a témoigné de ce fait en milieu côtier : le tissu rénal de grands cormorans et de pétrels renferment des quantités anormalement élevées de cadmium.

Tous ces éléments justifient les limites maximales admises pour l'eau potable (0,6 à 1,5 ppb selon la dureté de l'eau directive C.E.E. 1981). Les enquêtes sur les eaux naturelles révèlent :

— le long de la Seine (1972), des valeurs généralement égales à 2 ou 3 ppb et pouvant atteindre 4 à 6 ppb ;

— en Alsace (1975), dans le bassin du Rhin, des teneurs moyennes comprises entre 1 et 2 ppb mais pouvant ponctuellement s'élever à 7 ou 18 ppb.

Il paraît donc évident que le contrôle de la pollution des eaux par le cadmium est un des problèmes les plus urgents à traiter pour préserver la faune aquatique. Certains pays comme les Pays-Bas mettent en place des programmes visant à réduire la teneur en cadmium de l'eau douce à moins de 0,1 ppb.

MILIEU TERRESTRE ÉMERGÉ

Compte tenu du fait que le cadmium déposé sur le sol migre peu en profondeur et persiste longtemps, sa signification pour la faune émergée revêt une importance particulière, et ce sont les lombriciens qui ont été les mieux étudiés.



Photo. — R. Outrequin

Canard souchet.

A raison de 0,5 à 4 tonnes de matière animale par hectare, les lombriciens malaxent en un an environ 300 fois leur poids en terre. Les lombrics témoignent et amplifient toute pollution car leur durée de vie est relativement longue : leur teneur en cadmium est de 10 à 100 fois supérieure à celle du sol dans lequel ils vivent (par contre le fait ne se retrouve pas pour le plomb, le nickel ou le cuivre).

Bien que mal connus, les effets du cadmium chez les lombriciens paraissent limités : les doses létales sont relativement élevées (250 à 800 ppm selon l'espèce), il en est de même pour celles qui inhibent leur croissance. Cependant peu de recherches se sont intéressées à d'autres interactions, l'effet sur la reproduction, par exemple, or il semble que des concentrations relativement faibles en cadmium (0,1 ppm) (*) seraient actives en ce sens.

Ces réserves faites, les lombriciens jouent essentiellement le rôle de vecteurs de cadmium dans la chaîne trophique. Dans des sols amendés par des boues d'épuration, les lombrics renferment couramment 20 à plus de 100 ppm de cadmium. La faune prédatrice lombricivore, se trouve alors exposée à des teneurs qui sont dangereuses. Ceci concerne :

— des oiseaux (Vanneau huppé, Mouette rieuse, Chouette chevêche, Grive, Merle noir, Bécasse) ;

— des mammifères (Hérisson, Taupe).

Aucune étude n'a cependant, à notre connaissance, évalué les répercussions réelles sur le terrain.

OISEAUX

Comme les espèces aquatiques, les oiseaux se révèlent beaucoup plus sensibles aux effets du cadmium que les mammifères. Des régimes alimentaires renfermant 3 à 10 ppm de cadmium peuvent altérer leur fonction de reproduction.

Des intoxications ont été expérimentalement reproduites dans diverses espèces : elles se traduisent essentiellement par de l'amaigrissement, des entérites et une néphropathie. Les doses létales varient selon l'espèce et la durée de contamination : 400 ppm pendant 4 semaines chez le Poulet par exemple.

Avant cependant que n'apparaissent ces signes extrêmes, le cadmium a, chez les oiseaux, des effets insidieux sur la reproduction : diminution de la ponte (3 ppm pendant 168 jours chez la Poule), fragilisation des coquilles (5 ppm pendant 1 an). Chez la Caille, nous avons de plus mis en évidence que malgré une ponte normale, le nombre d'œufs

(*) Partie par million (par exemple en milligramme par litre ou un gramme par tonne).

non fécondés était anormalement élevé chez des cailles recevant un aliment supplémenté en cadmium (10 ppm pendant 2 mois); des teneurs supérieures entraînent une diminution des taux d'éclosion, puis chez les mâles un arrêt de la spermatogénèse. Le cadmium est également tératogène chez les oiseaux.

La répercussion de ces résultats expérimentaux sur le terrain est difficile à évaluer:

— l'alimentation des oiseaux granivores renferme normalement en moyenne 0,1 ppm de cadmium. Des céréales poussant sur le sol contaminé captent le cadmium de façon, proportionnelle à la charge du sol: dans le cas d'amendements excessifs, le blé peut renfermer de 1 à 5 ppm de cadmium. A l'heure actuelle les apports en cadmium sont donc éloignés de doses qui expérimentalement induisent des effets délétères. Mais il y a lieu d'être vigilant;

— contrairement au cas précédent, les oiseaux carnivores ont un apport en cadmium qui est souvent égal ou supérieur à ceux provoquant expérimentalement des troubles. Les espèces les plus exposées sont celles se nourrissant de poissons d'eau douce, d'animalicules des vases, les espèces lombricivores et les prédateurs se nourrissant de micromammifères (Buse, Busard, Faucon...).

En 1977, l'O.N.C. nous a permis de réaliser une enquête concernant le dosage de cadmium dans les œufs de faisans et perdrix relevés dans diverses régions de France. Malgré leur très faible concentration en cadmium, il nous a été possible de démontrer que dans certaines régions (Yonne, Oise, Hérault) la teneur des œufs en cadmium était nettement plus élevée que dans d'autres.

Des recherches plus approfondies mériteraient d'être développées.

MAMMIFÈRES

De façon générale les mammifères sont peu sensibles à l'action du cadmium, tout en accumulant l'élément comme les autres espèces. L'espèce humaine, compte tenu de son niveau trophique et de sa durée de vie, est de loin la plus exposée.

Chez les animaux domestiques des effets nocifs ont été expérimentalement reproduits avec des teneurs très éloignées de celles qui peuvent exister naturellement. Même en zones industrielles et polluées par des minéraux, les troubles observables (amaigrissement, anémie, baisse de la production lactée) sont beaucoup plus corrélés à la présence d'autres éléments, tel le plomb, qu'au cadmium lui-même. On a même songé à une époque à utiliser les boues d'épuration, riches en matières organiques, comme complément nutritif à l'alimentation animale: des génisses ont ainsi toléré jusqu'à 15% de boues renfermant 100 ppm de cadmium dans leur ration (94 jours); les animaux maigrissaient car en réalité les boues n'ont pas une valeur alimentaire suffisante.

L'animal domestique représente par contre un des maillons de la chaîne alimentaire et le transfert sol - plantes - mammifères à été très étudié. Il en ressort que tout excès de l'élément dans le sol se retrouve proportionnellement dans les denrées, notamment les abats et le lait.

Pour les mammifères sauvages la même analyse que précédemment peut être effectuée, avec cependant une réserve concernant les mammifères prédateurs, notamment du milieu dulçaquicole (Putois, Loutre) et lombricivores (Hérisson, Taupe), pour lesquels l'apport alimentaire est beaucoup plus élevé.

EN CONCLUSION

Comme tous les polluants, le cadmium est un élément qui envahit insidieusement notre environnement. Ces quelques données permettent d'entrevoir la multiplicité des problèmes et leurs difficultés. Elles amènent à comprendre que toute solution passe par:

1. une action préventive;

2. la prise de conscience que tout apport excessif, industriel ou agricole, pourra avoir des répercussions tant pour la faune que pour l'homme.

Viviane BURGAT
Laboratoire de Toxicologie
Ecole Nationale Vétérinaire,
Toulouse



Photo. — B. Bertrand

Loutre.